

변연형태와 레진시멘트에 따른 IPS Empress 도재관의 변연누출에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

정원엽 · 오상천 · 동진근

I. 서 론

치과용 도재는 1886년 Land¹⁾가 장식 도재를 사용한 도재 자켓관을 소개하면서 치관 수복재료로서 이용되기 시작하였다. 그러나 이 방법은 강도, 적합도 및 제작의 어려움 등으로 인하여 1940년대에 아크릴릭 레진이 소개되면서 그 사용빈도가 낮아졌다. 1956년 부터는 금합금에 도재를 용착시켜 강도와 심미성을 함께 얻을 수 있는 금속 도재관 제작법이 전치부 결손부의 수복에 널리 적용되고 있으나, 금속 코아와 불투명 도재가 빛의 투과를 차단하여 자연치와 유사한 투명도를 얻는데는 어려움이 있다²⁾.

이러한 단점들을 보완하기 위해 도재만을 이용한 방법들이 소개되기 시작하였는데 1965년 MeLean과 Hughes³⁾는 코아 도재를 알루미늄으로 강화시키고 그 위에 비니어 도재를 축조소성하여 자켓관을 보강하였다. 1977년 Adair⁴⁾는 투명하고 기계적으로 가공성이 있는 유리도재를 우수한 수복재료로 사용할 수 있다고 제안하였으며 Grossman과 함께 구조성 유리도재계인 Dicor관을 개발하였다. 1983년 Sozio와 Riley⁵⁾는 사출성형방법(injection molded technique)으로 코아를 형성하고 그 위에 Cerestore aluminous veneer 도재로 축조소성 하는 Cerestore관을 소개하였다. 1988년에는 내화성 매물재 모형 상에서 도재를 직접 축조소성하는 내화모형계인 Hi-Ceram⁶⁾과 Optec HSP⁷⁾이 소개되었고 1988년 Sadoun은 유리침투도재계인 In-Ceram⁸⁾

을 소개하였다.

이 방법들 중 Dicor도재관은 납형을 조각하고 매몰하여 용융된 유리로 주조하므로 외형부여가 용이한 장점이 있는 반면에, 주조된 유리관을 열처리하여 유리구조 내부에 결정화를 이루는 "ceraming" 과정에서 부가적인 수축으로 인한 변연적합도가 떨어지며 심미성의 부여가 용이하지 않는 단점이 있다⁹⁾. Optec HSP는 내화모형재 위에서 도재를 직접 축조하여 소성하기 때문에 제작이 간편하나 소성후 내화모형재와 도재의 표면에 기공이나 미세결합이 형성되어 도재관 과절의 원인이 될 수도 있다¹⁰⁾.

In-Ceram은 slip-casting 방법을 이용하여 알루미늄 코아를 제작하는 방법으로 강도가 높아 전치부 계속가공의치의 제작도 가능하게 되었다. 그러나 코아의 투명도가 낮아 심미성을 저해할 수 있으며 제작시간이 긴 단점이 있다⁹⁾.

1990년 Zurich 치과 대학과 Ivoclar 회사는 결정화된 도재를 가열 및 가압하여 수복물을 제작하는 IPS Empress system을 개발하였다¹¹⁾. 이 방법은 작업모형상에서 직접 왁스를 조각하고 매몰하여 소환 주조하며 도재의 축조와 소성과정 없이 도재관 제작이 가능하므로 형태의 재현성이 좋고 변연적합도가 우수하며 환자의 치아색과 유사한 도재 ingot을 사용할 수 있으며 채색(staining)도 가능하므로 색조의 재현성이 우수하고 제작과정중 백류석 결정과 glass의 서로 다른 열팽창계수에 의해 도재의 강도가 증가하므로 전치부는 물론 구치부의

도재관 제작에도 적용할 수 있다.^{12~17)}

도재수복물은 자연치와 유사한 심미성, 저작압에 견딜수 있는 충분한 강도 및 변연적합성이 우수해야 한다. 도재수복물의 변연적합이 좋지 않으면 수복물의 변연누출이 야기되어 변연의 착색, 이차우식증, 치수의 과민반응, 치주질환 등을 유발하여 심미적인 문제점과 보철물의 수명을 단축시키는 요인이 된다.^{18,19)}

한편 1955년 Buonocore²⁰⁾가 법랑질의 산 부식법을 소개한 이래로 레진시멘트를 수복물의 접착제로 이용하는 방법이 꾸준히 연구되어 왔다. 이에 대하여 Bowen 등²⁶⁾은 레진시멘트의 경화시 생긴 수축을 수화팽창이 보상할 수 있는지 연구하였으며, Gutzmann 등²⁷⁾은 온도변화와 충전후 시간 경과가 복합레진 수복물의 변연누출에 미치는 영향에 대해 보고 하였으며, Bahaloo 등²⁸⁾, Gwinette 등²⁹⁾ 및 Retier³⁰⁾는 법랑질 산 부식법과 치과용 접착제(bonding agent)를 사용함으로써 수복물 유지력의 증가와 변연누출의 감소를 보고 하였다. Zaimolu 등³¹⁾, Sorensen 등³²⁾은 도재라미네이트의 변연누출에 관해 비교 연구하였고, Lacy 등³³⁾은 도재와 레진비니어의 변연누출에 관해 연구하였으며, Ferrari 등³⁴⁾은 Dicor 도재관의 시멘트 두께와 변연누출에 관하여 비교 연구하였다.

도재관의 변연형태에 관해 Schneider 등³⁵⁾은 내화모형계에서 shoulder가 가장 우수한 변연적합성을 보이는 것으로 보고 했으며, Malament 등³⁶⁾은 유리도재계에서 chamfer와 rounded shoulder가 우수하다고 주장하였다. 최근에 bevel을 포함한 IPS Empress 도재관의 변연형태에 따른 파절강도 및

변연적합도를 측정한 김 등³⁷⁾, 주 등³⁸⁾의 연구결과에서는 전부 도재관의 변연형태로 bevel의 활용가능성을 시사하였다.

도재 수복물에 이용되는 레진시멘트의 물리적 성상은 구강이라는 특수한 환경여건에 따라 변화를 일으키게 된다. 즉, 치질, 레진시멘트, 도재 등의 열팽창계수의 차이^{21,22)}, 레진시멘트의 중합 수축²³⁾, 시멘트내의 응력 분포, 용해성, 흡습성²⁴⁾ 등으로 변연누출이 일어나게 되며 수복물의 유지력에 영향을 주게 된다.²⁵⁾

따라서 본 연구는 IPS Empress도재관의 변연형태와 변연위치 및 복합레진 시멘트의 종류가 수복물의 내구성에 관련이 있는 변연누출에 미치는 영향을 알아보기 위하여 thermocycling후 변연누출 정도를 비교 연구하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 치아 형성 및 모형 제작

실험 모형 제작을 위해 치아우식과 충전물이 없고 충분한 양의 법랑질을 가진 최근에 발거한 80개의 소구치를 이용하였으며 제작을 용이하게 하기 위하여 치근 부위는 투명레진(Ortho-jet resin, Lang, USA)으로 포매하였다. 실험군의 구분은 enamel 상에 rounded shoulder를 형성하고 Variolink로 합착한 경우를 I 군으로, enamel 상에 rounded shoulder를 형성하고 Bistite로 합착한 경우를 II 군으로, enamel 상에 bevel을 형성하고 Variolink로

Table 1. Experimental groups and restorative procedures

Experimental group	No. of specimen	Location of finish line	Type of finish line	Type of luting cement
I	10	Enamel	Rounded shoulder	Variolink
II	10	Enamel	Rounded shoulder	Bistite
III	10	Enamel	Bevel	Variolink
IV	10	Enamel	Bevel	Bistite
V	10	Dentine	Rounded shoulder	Variolink
VI	10	Dentine	Rounded shoulder	Bistite
VII	10	Dentine	Bevel	Variolink
VIII	10	Dentine	Bevel	Bistite

합착한 경우를 III군으로, enamel상에 bevel을 형성하고 Bistite로 합착한 경우를 IV군으로, dentine 상에 rounded shoulder를 형성하고 Variolink로 합착한 경우를 V군으로, dentine 상에 rounded shoulder를 형성하고 Bistite로 합착한 경우를 VI군으로, dentine 상에 bevel을 형성하고 Variolink로 합착한 경우를 VII군으로, dentine 상에 bevel을 형성하고 Bistite로 합착한 경우를 VIII군으로 구분하였다 (Table 1). 치아형성은 교합면에 guiding groove를 형성한 후 사면에 따라 1.5mm의 두께로 균일하게 삭제하고 측면 경사각은 10°가 되게 하였으며 협설면과 근원심면의 변연은 법랑백악경계 1mm 상방 법랑질과 1mm 하방 상아질에 1.0mm 폭의 rounded shoulder 및 bevel을 형성하였다.

Vinylpolysiloxane인상재(Examix G.C. Co. Japan)로 인상을 채득하고 경석고(FujiRock, G.C. Co. Japan)를 진공혼합하고 인상체내에 주입하여 각 군당 10개씩 총 80개의 경석고 모형을 제작하였다.

2. IPS Empress 도재관의 제작

도재관 제작을 위하여 제조회사의 지시대로 경석고 모형에 die-spacer를 얇게 두 번 도포하고 왁스(Thowax, Yeti Dental, Germany)로 완전한 치관 형태의 납형을 조각한 후 납형의 변연부는 매물 직전에 다시 녹여 확대경(x10) 하에서 cervical wax로 다듬고, 납형을 모형상에서 분리하여 매물링 기저부에 주입선을 연결하여 고정시켰다.

이때 각 납형간의 거리는 적어도 3mm 이상, 왁스 주입선의 직경은 3mm, 길이는 10mm가 되도록 하였고, 납형의 교합면과 주입선이 이루는 각도는 45°가 되도록 하였다. 매물링은 큰 것을 사용하였고 한개의 링에 네개의 납형을 매물하였다.

매물재의 혼합방법은 IPS Empress 매물재액과 증류수 그리고 매물재 분말의 비율이 30ml : 12ml : 200g이 되도록 정확한 양을 계측하여 진공상태 하에서 60초간 혼합한 다음 매물링 하단부터 매물재를 채웠다. 매물재가 완전히 경화된 후 매물링 기저부와 매물링을 제거하고 석고 조각도를 이용하여 매물체 표면의 거친 부분을 다듬고 주입선 내에 매물재가 들어가지 않도록 주의하였다. 매물체

와 ceramic ingot(TC1) 그리고 alox plunger를 소환로에 넣고 실온에서부터 시작하여 분당 5°C씩 온도를 높여 250°C에서 30분간 계류시키고 다시 온도를 높여 850°C에서 90분간 계류 시켰다.

Press furnace(IPS Empress EP 500 press furnace, Ivoclar, Leichtenstein)에서 staining method을 위한 프로그램을 선택하여 700°C까지 예열을 시행한 후 IPS Empress ceramic ingot과 alox plunger를 매물체의 구멍(hole)에 넣고 press furnace 중앙에 위치시킨 후 진공상태하에서 가열 및 가압하였다.

가압과정이 끝난 매물체를 소환로에서 꺼내 격자(grid) 위에서 실온까지 식힌후 50µm의 glass beads (Shofu Inc. Japan)를 이용하여 팬 블라스터로 매물체를 제거하였다. 이때 변연부에 손상이 가지 않도록 주의하였다. Diamond disc로 주입선을 주의깊게 절단하고 Fit checker(IPS Control paste, Ivoclar, Liechtenstein)를 이용하여 내면의 적합도를 확인하고 확대경(x10)하에서 수정하였다. 2회의 채색(staining) 과정과 1회의 광택(glazing) 과정을 거친후 합착될 치아와의 적합도를 확인하고 필요에 따라 수정하여 도재관 제작을 완성하였다.

3. IPS Empress 도재관의 합착

제작된 도재관은 생리식염수에 보관된 치아와 Variolink resin cement(Vivadent, Liechtenstein)와 Bistite resin cement(Tokuso Co. Japan)을 이용하여 합착하였다. 합착에 앞서 도재관 내면을 IPS ceramic etching gel (5% hydrofluoric acid)을 이용하여 2분간 산부식 시키고 수세하였으며, 초음파 세척기를 이용하여 증류수 내에서 5분간 수세하고 건조시켰다. Variolink에는 Monobond-S(silane)를, Bistite에는 Tokuso ceramic primer(silane)를 도재 내면에 도포하고 10초 후에 공기로 가볍게 건조시켰다. 지대치는 pumice로 닦고 수세, 건조시켜 Variolink 군에서는 etching후 Syntac(primer)과 Heliobond(bonding agent)를 도포하고, Bistite 군에서는 primer 처리만 하였다. 동일한 양의 레진시멘트 A와 B를 제조회사의 지시대로 혼합하여 도재관 내면과 지대치에 고르게 바르고 압접후 여분의 시멘트를 붓으로 제거하고, 일정한 힘을 가하기 위하여 10kg의 정하중기를 사

용하였으며 레진시멘트의 경화를 촉진시키기 위해 모든 변연에 1분동안 광중합을 시행하여 합착을 완료하였다.

4. Thermocycling 및 염색

합착이 끝난 시편은 변연하방 부위를 nail varnish를 2회씩 도포하여 치경부 변연에서만 염색 용액이 침투할 수 있도록 하였다. Thermocycling 하기전 모든 시편들은 상온의 생리식염수 속에 24시간 보관한 후 thermocycling unit를 이용하여 5°C와 60°C의 수조속에서 1분간격으로 교대 침수시켜 1000회 thermocycling을 시행하였다. Thermocycling이 끝난 각군의 시편들을 0.5% methylene blue 용액에 담그어 37°C 항온조 속에서 24시간 보관한 후 투명레진 (Ortho-jet resin, Lang, USA)을 이용하여 도재관을 포매하였다.

5. 변연누출 관찰 및 측정

포매된 시편을 저속 다이아몬드 톱(Isomat Low Speed Saw, Buehler, England)을 이용하여 치아 장축을 따라 협설측 및 근원심측 중앙부위를 절단하고, 절단면을 #400, #1000 grit silicon carbide sandpaper로 연마기(Metaserv Grinder-polisher, Buehler, England)를 이용하여 연마하였다. 입체현미경

(Stereo Star, AO Scientific Instrument, USA)을 이용하여 30배로 확대하여 사진을 촬영하였고 인화된 사진상에서 색소가 침투한 거리를 vernier calipers를 이용하여 측정하였다. 측정부위는 협면, 설면, 근심면, 원심면 등 4부위를 측정하였으며 각 부위에서 측정한 측정치의 평균값을 각군의 평균치로 하였다.

측정치는 SPSS program을 이용하여 통계처리하였으며 각 군간의 유의성 검정을 위해 Scheffe test와 t-test를 시행하였다.

III. 연구 성적

변연형태, 위치 및 접착제의 종류에 따른 IPS Empress 도재관의 변연누출은 모든 실험군에서 관찰되었으며, 협, 설, 근, 원심면 4부위 측정치의 종합적인 평균 변연누출은 제 I군에서 0.601mm로 가장 적게 나타났고 제 II군 0.794mm, 제 III군 0.826mm, 제 V군 1.054mm, 제 IV군 1.087mm, 제 VI군 1.176mm, 제 VII군 1.258mm, 제 VIII군 1.467mm의 순으로 나타났다(Table 2).

각 군의 변연누출 차이를 검정하기 위하여 Scheffe의 사후 검정과 t-검정을 시행한 결과 제 I군과 제 VII군, 제 VIII군, 제 II군과 제 VIII군, 제 III군과 제 VIII군 간에 유의한 차이가 있었으며($P < 0.05$), 그 외의 군들 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

Table 2. Mean value of microleakage for the crowns with total cervical margin

(mm)			
Group	No	Mean	SD
I	10	0.601	0.287
II	10	0.794	0.150
III	10	0.826	0.618
IV	10	1.087	0.808
V	10	1.054	0.769
VI	10	1.176	0.520
VII	10	1.258	0.491
VIII	10	1.467	0.517

Groups connected by vertical line are not significantly different ($P < 0.05$).

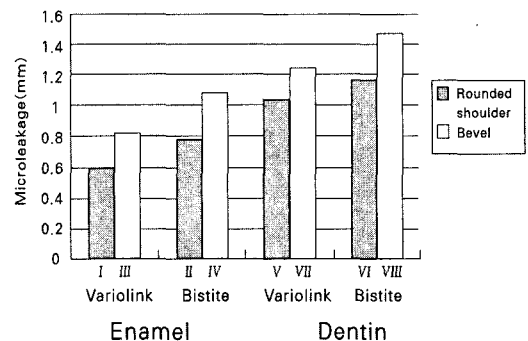


Fig. 1. Microleakage according to the type of finish line

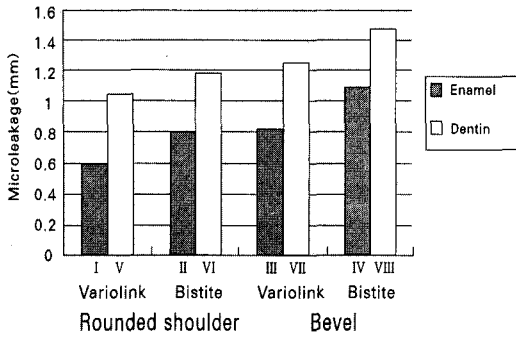


Fig. 2. Microleakage according to the location of finish line

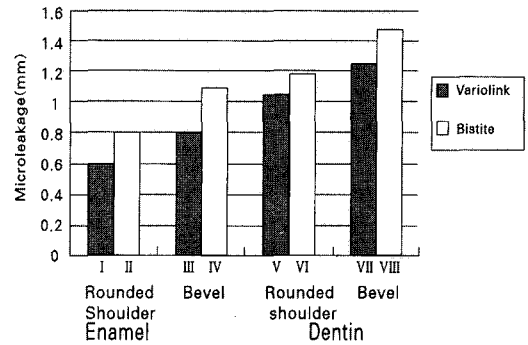


Fig. 3. Microleakage according to the luting cement

Table 3. Mean and standard deviation of microleakage at buccal margin

Group	No	Mean	SD
I	10	0,529	0,317
II	10	0,755	0,193
VI	10	0,999	0,421
VIII	10	1,147	0,399
III	10	1,621	0,133
VI	10	1,705	0,367
V	10	1,971	0,525
IV	10	2,211	0,430

Groups connected by vertical line are not significantly different ($P < 0.05$).

Table 5. Mean and standard deviation of microleakage at mesial margin

Group	No	Mean	SD
III	10	0,587	0,236
I	10	0,680	0,314
IV	10	0,771	0,092
II	10	0,807	0,120
V	10	0,899	0,310
VI	10	1,199	0,096
VII	10	1,311	0,470
VIII	10	1,519	0,446

Groups connected by vertical line are not significantly different ($P < 0.05$).

Table 4. Mean and standard deviation of microleakage at lingual margin

Group	No	Mean	SD
I	10	0,579	0,172
II	10	0,803	0,166
III	10	1,062	0,053
IV	10	1,217	0,238
VII	10	1,279	0,571
V	10	1,302	0,053
VI	10	1,336	0,046
VIII	10	1,407	0,654

Groups connected by vertical line are not significantly different ($P < 0.05$).

Table 6. Mean and standard deviation of microleakage at distal margin

Group	No	Mean	SD
III	10	0,026	0,063
V	10	0,043	0,105
IV	10	0,150	0,221
VI	10	0,463	0,349
I	10	0,611	0,308
II	10	0,809	0,149
VII	10	1,443	0,510
VIII	10	1,792	0,432

Groups connected by vertical line are not significantly different ($P < 0.05$).

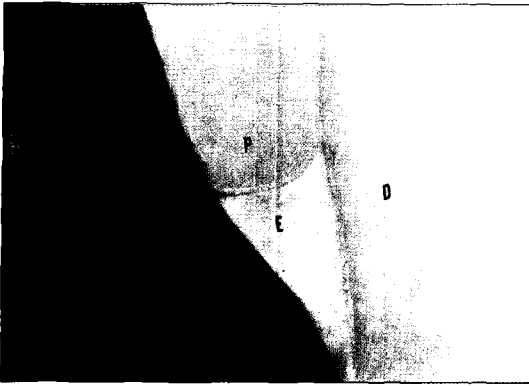


Fig. 4. Microleakage of rounded shoulder on enamel using Variolink ($\times 30$)

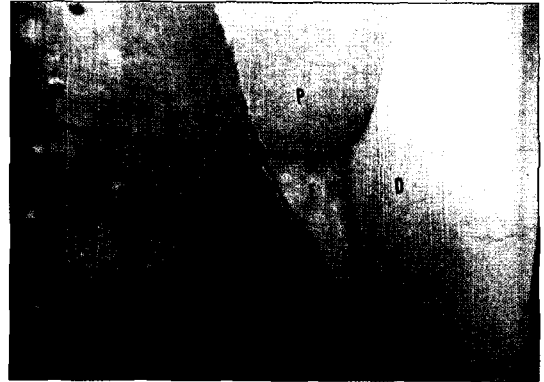


Fig. 5. Microleakage of rounded shoulder on enamel using Bistite ($\times 30$)

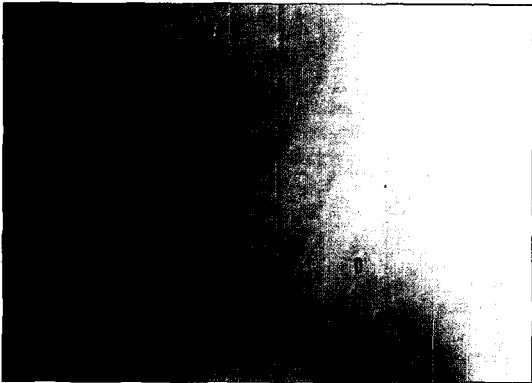


Fig. 6. Microleakage of bevel on enamel using Variolink ($\times 30$)

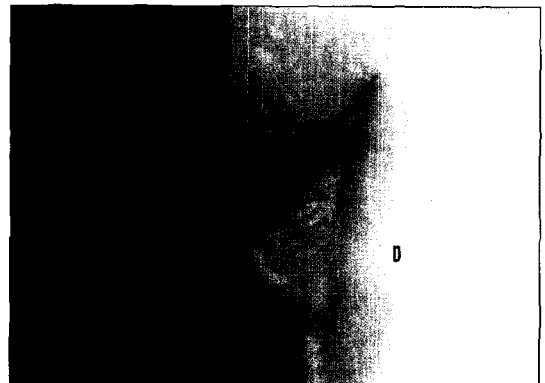


Fig. 7. Microleakage of bevel on enamel using Bistite ($\times 30$)



Fig. 8. Microleakage of rounded shoulder on dentine using Variolink ($\times 30$)



Fig. 9. Microleakage of rounded shoulder on dentine using Bistite ($\times 30$)

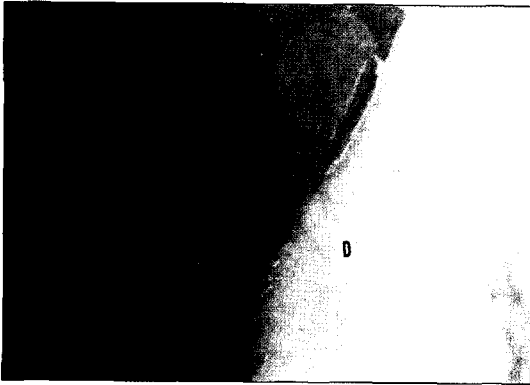


Fig. 10. Microleakage of bevel on dentine using Variolink(×30)

Rounded shoulder finish line 경우 평균 0.906 ± 0.534 mm로 bevel finish line 평균 1.159 ± 0.655 mm 보다 변연누출이 적었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$, Fig. 1).

변연을 법랑질에 형성한 경우 평균 0.827 ± 0.554 mm로 변연을 상아질에 형성한 경우 평균 1.239 ± 0.596 mm 보다 변연누출이 적었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$, Fig. 2).

Variolink 시멘트군로 합착한 경우 평균 0.935 ± 0.613 mm로 Bistite 시멘트로 합착한 경우 평균 1.131 ± 0.594 mm보다 변연누출이 적었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$, Fig. 3).

근, 원심면과 협, 설면의 변연누출 정도의 차이는 근, 원심면(평균 0.820 ± 0.583 mm)이 협, 설면(평균 1.246 ± 0.561 mm)보다 변연누출이 적었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$, Table 3~6).

IPS Empress 도재관의 변연누출의 양상은 변연을 법랑질에 형성한 군에서 도재-시멘트 경계면 및 법랑질-시멘트 경계면이 선상으로 염색되어 나타났으며, 변연을 상아질에 형성한 군에서 도재-시멘트 경계면은 선상으로 염색되어 나타났으나 상아질-시멘트 경계면은 선상으로 염색된 주위로 염색이 확산된 염색양상을 나타냈다(Fig. 4~11).

IV. 총괄 및 고찰

인공치관 변연의 지대치에 대한 적합은 보철물의 성공여부를 평가하는 중요한 요소 중의 하나이

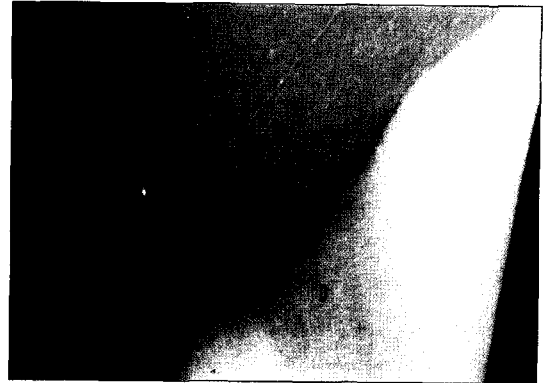


Fig. 11. Microleakage of bevel on dentine using Bistite(×30)

다³⁹⁻⁴²). 변연적합도는 일반적으로 수복물 변연과 삭제된 지대치아의 변연간 거리인 변연오차를 의미한다⁴³. 보철물의 이상적인 변연형태는 심미적이며 우수한 적합도와 변연부에 치태 침착을 억제하는 형태이나 이런 특성을 만족시켜주는 보철물을 제작하기는 매우 어렵다⁴⁴).

일반적으로 주조금관의 변연부 적합성에 영향을 미치는 요인은 부정확한 인상채득으로 인한 모형 자체의 변형, 납형제작 과정시의 변형, 매물재의 경화팽창, 주조체 내면의 돌기 및 기포형성, 주조시 금속의 온도, 주조방법, 부적절한 금속관 설계 등이 있으며⁴⁵⁻⁴⁷, 금속 도재관의 변연에서는 도재 수축으로 인한 금속관의 변형, 금속의 grain growth, 고온에서 도재용 합금의 plastic flow, 도재 소성시 가공의치의 부적절한 지지 등의 요소로 인해 더 나빠질 가능성이 많다⁵⁰⁻⁵³). 이러한 것으로 인해 생긴 수복물의 변연누출은 치은염, 치아우식증, 치주질환의 원인이 되며 변연부의 변색으로 인해 심미성이 저하된다^{54,55}).

1970년대말부터 이러한 문제점을 개선하기 위해 순측 치경부 변연의 금속 collar를 제거하여 지대치의 순측 변연부에 도재가 직접 접촉되도록 한 collarless 금속 도재관이 소개 되었으나^{56,57}) collarless 금속 도재관의 변연 부위는 금속 코어를 완성한 다음에 형성하므로 금속 주조관 자체의 적합도와 관계없이 제작방법에 따라 변연부위의 적합도에 차이가 생길 수 있고 소성시 도재의 수축과 취약한 파절강도 때문에 예리한 변연을 형성할 수 없으며, 내부 금속 코어로 인해 본질적인 빛 투과성의 차

이는 해결되지 못하였다.

변연적합도의 향상을 위한 방법으로 Kessler 등⁶⁰⁾은 기존의 body 도재보다 수축에 대한 저항성이 큰 shoulder powder와 고온 주조용 매몰재 용액의 사용을 제안하였고, Arnold와 Aquilino⁶¹⁾는 도재 분말의 종류와 교반용액이 변연적합도에 미치는 영향에 관한 연구에서 shoulder powder를 고온 주조용매몰재 용액으로 교반한 경우에 우수한 적합도를 나타낸다고 하였다. 그러나 이와 같은 변연적합도를 향상시키려는 노력에도 불구하고 환자의 구강내에서 도재 변연부는 종종 짧게 나타나고 있으며 이런 경우에는 모형의 재제작, 환자의 내원 회수 증가 등의 문제점이 발생하게 된다. 따라서 내부 금속 코아를 없애므로써 빛의 투과성을 증가시켜 보다 좋은 심미성을 얻고 동시에 변연적합성을 높일 수 있는 lost wax principle을 이용한 전부 도재관 제작법들이 소개되었다.

1923년 Wain⁶²⁾은 유리를 금속과 같이 주조하였으나 강도가 약해 치관 수복재료로는 부적절 하였으며, 1957년 Stookey⁶³⁾는 유리성분에 nucleating agent를 첨가하고 열처리하여 보다 향상된 재료를 생산하였다. Adair 등⁴⁾은 투명하고 기계적으로 가공성이 있는 유리도재를 우수한 수복재료로 사용할 수 있다고 제안하였고, 1984년 Grossmann과 함께 주조도재관인 Dior관을 개발하였다. 이 주조도재관의 제작법은 보통 금속을 주조하듯이 납형을 조각하고 매몰하여 용융된 유리로 주조하고, 주조된 투명한 유리관을 열처리 하여 유리구조 내부에 결정화를 이루는 “ceraming”이란 과정을 거쳐 반투명하게 강도를 높인 상태에서, 표면을 채색하여 주조도재관을 완성하는 것이다. 그러나 “ceraming” 과정중 부가적인 수축으로 인해 변연적합도가 떨어진다.

1990년에 개발된 열가압도재인 IPS Empress system(Ivoclar, Leichtenstein)은 변연적합도 및 심미성과 기능면에서 비교적 높은 성공률이 보고되고 있다¹¹⁻¹⁵⁾. IPS Empress도재관은 부가적인 수축을 최소화 하기 위하여 미리 부분적으로 결정화된 도재(ceramic ingot)를 사용하기 때문에 자연치와 유사한 투명도와 변연적합성이 우수한 새로운 전부 도재관 제작술이다⁶⁴⁻⁶⁶⁾. 이 방법은 주조형 유리도재계와 같이 간편한 왁스소환법에 의해 제작되

는 것으로, 미리 납형을 만들어 전용매몰재로 매몰하고 소환하여 예열에 의해서 백류석이 강화된 ceramic ingot을 EP 500 press furnace에 넣어 열가압 시킨후, 냉각을 거쳐 매몰재를 제거하고 내면과 외면을 잘 다듬어서 심미성과 형태가 우수한 수복물을 만들어내는 간편한 술식이다. 여기에 사용하는 ceramic ingot은 각 환자마다 다른 상아질의 색으로 미리 다양하게 색상화 되어있고, 자연치와 유사한 빛의 투과도를 지니고 있어 매우 심미적이다. 또한 미리 결정화되어 열처리 과정에서 필수적으로 일어났던 도재수축이 미세하고, 체적변화를 단지 생각하는 동안에 팽창률이 비슷한 매몰재에 의해서 조절되기 때문에 이전에 열거한 다른 시스템들에 비해 변연적합도가 우수한 장점이 있다. 그러나 깊은 치은연하 변연에서는 사용할 수 없으며 이갈이와 같이 비정상적인 악기능 환자는 피해야 하며, 한정된 도재의 파절강도로 인해 계속가공의치로는 사용될 수 없는 단점도 있다⁶⁷⁾.

IPS Empress system의 제작방법^{12,15,68-70)}은 층형성법(layering technique)과 채색법(staining technique)이 있다. 층형성법은 기존 금속 도재관의 가공과정과 유사하나 내부의 금속 코아가 자연치와 유사한 빛 투과성과 색상을 갖는 도재로 대체되어 좀 더 쉽게 자연스러움이 표현되는 장점을 갖고 있다. 따라서 범광질의 투명성이 강해 내부의 상아질 색상이 비쳐보여 색상이 복합적으로 표현되는 경우나 절단면에 독특한 투명층이 존재할 경우에 사용하는 방법으로 전치부 단일관 제작등에 추천된다. 채색법은 완벽한 형태의 납형을 제작한 후 이를 매몰, 소환하여 얻은 치아몰드 내로 용융된 도재를 진공, 압출성형(1,100°C, 5.0bar)하여 적절한 외형을 얻는 방법으로 원하는 색상이 표현될 때까지 표면을 얇은 층으로 착색하며, 적절하게 채색된 색안료(color pigment)는 기본재료와 동일구성물로 이루어진 재료로 glazing되는데 이 glaze된 면은 약 50~60 μ m의 두께로 재료의 투명성이 지대치와 유사하기 때문에 이 역시 자연스러움을 표현하기가 용이한 장점이 있다⁷⁰⁾.

또한 치관외형이 건전한 변색치를 심미적 이유로 수복해줄 경우, 채색법과 왁스 소환법의 장점을 살려 본래 치관의 모습을 그대로 복제할 수 있

는 장점도 지닌다⁶⁸⁾.

채색법은 인레이, 온레이, 도재라미네이트 뿐만 아니라 구치부 단일관의 수복에도 추천된다⁶⁹⁾.

본 연구에서는 자연치와 유사한 색상인 TC1 ingot을 사용하고 채색법을 이용하여 도재관을 제작하였으며, 변연의 적합도가 납형의 조작에 의해서도 영향을 받을 것으로 생각되어 제조회사에서 추천하는 왁스(Thowax, Yeti Dental, Germany)를 사용했으며 변연부 수축을 고려하여 납형제작후 cervical wax를 이용하여 변연부위를 확대경(x10) 하에서 적합도를 수정 하였다.

IPS Empress system은 진공압출법을 사용함으로써 도재내의 기포와 기공이 기존의 다른 축성도재보다 적게 형성되고 구조가 치밀해져 균열에 대한 저항력이 높아지게 되고, 또한 임상에서 레진 시멘트로 자연치아에 합착되므로 과절의 기시부가 될 수 있는 내부의 미세 균열은 시멘트로 메워지게 되어 치아에 기계적·화학적 결합을 이루면서 최고의 임상 과절 강도를 얻게 된다^{12,15)}. Dong 등¹²⁾의 연구에 의하면 다량의 백류석 결정과 유리기질로 구성되는 이질성(intergenous)도재인 이 세라믹의 과절강도는 열가압하는 과정에서 일차 증가되고, 최종수복물을 완성하기 위해 추가되는 채색(staining)과 광택(glazing) 과정에서 이차적으로 더욱더 증가되는 것으로 보고 했다.

오 등⁷¹⁾은 T1 ingot의 굽힘 강도는 열처리를 하지 않았을 때, 이중 주입선을 사용한 경우가 단일 주입선을 사용한 경우보다 유의성 있게 높았으며 주사 전자 현미경을 통한 관찰에서는 직경이 더 가는 이중 주입선을 사용한 시편에서 더 굵은 단일 주입선을 사용한 시편보다 기질 내 백류석 결정들이 더욱 잘 분리되고 분산된 상을 보였다고 보고 했다. 이와같이 IPS Empress의 장점은 비교적 높은 굴절강도(160~180MPa)를 지니면서 우수한 변연적합성에 있다⁷⁰⁾.

수복물의 변연적합도는 보철 치료에 있어서 성공여부를 결정짓는 중요한 요소이다⁴⁰⁾. 변연적합도가 불량하면 수복물의 변연누출이 생겨 치아 과민증을 일으키거나 치태가 축적되어 치은염과 치아우식증 등의 부작용을 야기시킨다^{54,55)}. 수복물의 변연적합도를 향상시키는 방법으로는 vent를 형성하거나⁷²⁾ internal relief를 하기 위해 die spacer를 도

포하거나, electrochemical milling, 인공치관 내면의 etching, internal escape way의 형성등이다⁷³⁾. 주조 도재관의 경우 die spacer를 사용하는 방법 이외에는 다른 방법을 사용하기가 어렵다. 본 실험에서는 제조회사에서 제공하는 die spacer를 사용하였는데 제조회사의 지시대로 붓으로 2번 도포하여 30 μm 두께로 하였으며, 교합면과 측면에만 도포하고 변연부는 도포하지 않았다.

치경부 변연적합의 임상적 허용한계는 연구자에 따라 많은 차이를 보여주고 있다. ADA specification No. 8⁴⁶⁾에 의하면 접착된 주조체의 변연적합도는 25 μm 이하여야 한다고 했으나, 접착체의 피막후경으로 인해 실제로 이 정도의 적합도를 얻기란 매우 어렵다. McLean 등⁴⁹⁾은 5년간 1000개의 수복물을 연구한 결과 120 μm 이라고 보고하였다. Dicor도재관의 변연적합도의 경우 제조회사의 연구보고⁵⁸⁾에 의하면 28 μm 이라고 보고하며, 김 등⁵⁹⁾은 변연적합도가 접착제를 사용하지 않은 상태에서 51.2 μm 이라고 보고했으며, 또한 Davis⁷⁴⁾는 설측 치경부에서 38 μm , Scharer 등⁹⁾은 순측치경부에서 87.8 μm 라고 보고했다. 주 등³⁰⁾의 연구에 의하면 IPS Empress 도재관을 주조후 도재관의 변연적합도를 현미경으로 관찰한 결과 rounded shoulder가 29 μm 으로 bevel의 35 μm 보다 우수했으며 통계학적인 유의차는 없었다. 이는 Empress die spacer의 internal relief 효과와 제조회사의 독특한 인산염계 매몰재의 팽창효과 때문이라고 사료된다.

수복물의 변연적합도는 접착시의 압력, 시멘트의 종류, 치아와 도재의 생리화학적 반응, 시멘트의 점조도, 습도, 온도, 상아질 접착제(dentinal bonding agent)의 종류에 따라 달라진다⁷⁸⁾. 금속 도재관과 전부도재관의 접착시 가하는 압력은 다르다. 왜냐하면 금속 도재관은 동적압력(dynamic force)으로 접착되어지는 반면에 전부도재관은 접착시 과절을 방지하기 위하여 단지 일정한 손가락 힘으로만 눌러주어야 한다고 제조회사들은 추천한다⁷⁹⁾. Jorgensen⁸⁰⁾은 피막후경에 영향을 주는 요소를 조사했는데 그 요소로는 접착시의 압력, 힘의 지속시간, 혼합된 시멘트의 점도, 지대치의 경사각, 교합면을 통한 통기(venting)등이 있으며 이들 요소중 피막도의 감소를 위해 보철물의 교합면에 통기공을 형성하는 것이 가장 효과적이라고 보

고하였다. Porsche⁸¹⁾는 접착제 사용시 12kg 이상의 압축하중을 가했을 때 유리판 사이의 피막도가 유의하게 감소하지 않았으며, 과도한 하중이 피막도 감소와 무관함을 보였고, Fusayama 등⁷⁵⁾은 접착제 사용시 임상에서 일반적으로 사용하는 평균 압축 하중인 15kg에서 최대 압축 하중인 50kg으로 증가시켰을 때 압축하중에 따른 접착제의 피막후경에 유의한 차이가 거의 없었으며, 15kg의 하중은 relief 하지 않은 보철물의 접착에 충분한 것으로 보고 하였다. Phillips⁸²⁾, Porche⁸¹⁾, White⁸³⁾ 그리고 조 등⁸⁴⁾은 레진접착제의 피막도에 접착제의 입자크기, 점도, 충전제 등이 영향을 미친다고 했다. Levin⁸⁵⁾은 대부분 상업적으로 유용한 레진시멘트는 보철물을 성공적으로 안착시킬 정도로 얇은 피막후경을 갖는다고 보고했다. 본 연구에서는 도재관을 사용했기 때문에 통기를 형성할 수 없어서 die spacer를 사용하여 relief 하고 10kg의 압축 하중으로 정하중기를 사용하여 도재관을 합착하였다.

보철학 영역에서 수복물의 변연누출은 구강내 타액이나 미생물의 침투로 인해 여러 가지 문제점을 야기하게 된다. 수복물의 변연누출에 관한 실험방법에는 여러 학자들에 의해 연구되었으며 염색법, 박테리아법, 광학현미경법, 동위원소추적자법, Air pressure법, 전자현미경법, Neutron activation analysis, Replica technique, Ion etching 등의 방법이 있으며 이중 유기색소를 이용한 염색법이 수복물 주위의 변연누출을 평가하는 간단한 방법으로 널리 사용되고 있다⁷⁶⁾. Crim 등⁷⁷⁾은 thermocycling 과정이 변연누출에 영향을 준다고 보고하였다. 본 연구에서는 변연누출에 관한 실험에 흔히 적용되는 1,000회의 thermocycling 후에 0.5% methylene blue 용액을 이용한 염색법으로 변연누출을 실험하였다.

도재 라미네이트 비니어나 전부 도재관의 접착에는 일반적으로 기계적, 화학적으로 접착력이 우수한 복합레진 시멘트를 주로 이용한다. 본 실험에서는 제조회사에서 추천한 Variolink 레진시멘트(Vivadent, Liechtenstein)와 조작성이 간편한 Bistite 레진시멘트(Tokuyama Soda, Japan)를 사용하였다. 이 두 시멘트는 Dual cure type이다. Variolink 시멘트는 Bis-GMA + UDM계로 점조도가 다른 3종류와 반투명성을 지닌 5종류의 shade

로 구성되어 있으며 수복물의 심미성을 유지하면서도 강력한 접착을 지닌 시멘트이다. 지속적인 불소방출로 수복물 변연부위의 이차우식을 방지하고 방사선 불투과성이므로 시술후 접착 상태의 확인이 용이하며, 필요에 따라 shade 수정작업이 용이하고 투명성이 뛰어나 주변의 자연치아와 최적의 조화를 이룰 수 있다. 그러나 접착 과정이 복잡하여 시술 오차가 생길 가능성이 있다. Bistite 시멘트는 높은 접착력과 용이한 조작성을 갖춘 접착성 레진시멘트다. 접착성 monomer MAC-10의 배합과 새로운 조성에 의해 치질, 금속, 복합레진, 도재와 견고하게 접착한다. 그리고 2 paste, dual cure type으로 super syringe를 사용하여 조작성도 뛰어나다. Zaimo lu 등³¹⁾은 도재라미네이트 비니어의 변연누출에 관한 연구에서 dentine-enamel bonding agent가 변연누출을 감소시킨다고 보고 하였고, Sorensen 등³²⁾은 도재라미네이트 비니어의 변연적합도와 변연누출에 관한 연구에서 수직적인 변연적합도와 변연누출의 양 사이에는 상관관계가 없다고 보고 했으며, Ferrari 등³³⁾은 Dicor 도재관의 시멘트 두께와 변연누출에 관한 연구에서 상아질 접착제의 사용이 틈새를 완전히 없애는 데는 충분히 강하지 못하며, bevel finish line 금속관의 변연적합도가 도재관의 변연적합도 보다는 우수하며 주조 도재관의 변연적합도는 임상적으로 충분하다고 보고 하였다. 본 실험 결과에 의하면 Variolink 군에서 Bistite 군보다 변연누출이 적었으나 Variolink 군에서 표준편차가 크게 나타났는데 그 이유는 복잡한 조작과정 때문이라고 사료된다.

Forsten⁸⁶⁾, Thompson 등⁸⁷⁾은 bonding agent의 사용이 요철구조에 대한 접착성을 증진시켜 접착력이 증가한다고 보고하였고, Hornati 등⁸⁸⁾은 bonding agent의 사용 여부가 접착 정도에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.

본 실험에서는 Variolink는 primer(Syntac)와 bonding agent(Heliobond)를 사용하였고, Bistite는 bonding agent를 사용하지 않고 primer 처리만 하였다. Variolink를 사용한 군이 Bistite를 사용한 군 보다 변연누출이 적게 나타났는데 이는 Variolink 군에서 bonding agent의 사용효과 때문이라고 사료된다. 그러나 thermocycling 1000회 후 모든 실험군에서 변연누출이 나타나는 것으로 보

아 bonding agent는 변연누출의 방지에 크게 도움이 되지 못하는 것으로 생각되나, bonding agent의 사용유무에 따른 수지들기(resin tag)와 도재 및 치질과의 누출간격에 대한 더 진보된 연구가 필요하다고 사료된다. Tjan 등³⁰⁾은 microleakage의 형성을 레진의 경화시 수축에 의한 것으로 설명하였는데, 수축량이 2.2%~3.2%에 이른다고 하였다. 그의 이론에 따르면, 레진의 수축은 치아쪽과 도재쪽 양쪽에 발생하여 이로 인하여 결합부에 잔류응력이 존재하게 된다. 도재 라미네이트의 경우에는 광중합 레진을 사용하므로 빛이 조사되는 방향으로 수축하여 치아와 레진 사이의 응력이 더 클것이라고 주장하였다. 그리고 그 응력분포는 변연부에 집중하게 되어, 필연적으로 변연누출이 발생된다. 레진시멘트의 결합강도에는 wetting이 큰 요인으로 작용한다. 이러한 관점에서 silane이 개발되기 전까지는 unfilled resin으로 이루어진 결합제를 이용하여 이러한 문제점을 해결하고자 하였다³⁰⁾. Nicholls³¹⁾는 결합강도의 약화를 wetting의 부족으로 설명하고, 도재의 내면을 산 부식한 후 도재 내면에 잔류되는 불소나 인산이 silane과 레진시멘트의 wetting을 억제한 것이라고 하였다. 따라서 본 실험에서는 도재면을 산부식한 후 잔류 불소를 증류수를 이용하여 초음파 세척하고 silane을 도포하여 결합강도와 microleakage의 변화를 최소화 하였다.

김 등³⁷⁾, 주 등³⁸⁾의 연구결과에 의하면 IPS Empress 도재관의 파절강도는 rounded shoulder가 484N, bevel이 357N 이었으며, 변연적합도는 rounded shoulder가 29 μ m, bevel이 35 μ m이었다. 본 실험에서는 자연치아에서 2가지 변연형태(rounded shoulder, bevel)와 변연의 위치를 법랑질과 상아질에 설정하여 변연누출을 실험한 결과 rounded shoulder 변연군이 bevel 변연군 보다 변연누출이 적게 나타났는데 Empress 도재관에서 rounded shoulder 변연의 주조정밀도가 bevel 변연의 주조정밀도 보다 우수하다고 사료되며 이는 주 등³⁸⁾의 연구결과와 일치한다. 그리고 법랑질 변연군에서 상아질 변연군 보다 변연누출이 적게 일어났다. 이는 레진시멘트와의 접착강도가 법랑질쪽이 상아질 쪽보다 우수하므로 변연누출이 적었으며, 상아질에 대한 접착의 어려움은 상아질 구성성분의 다양성과 상아질의 복잡한 조직학적 구조에 있다.

상아질은 기본적으로 약 50vol%의 무기질(hydroxyapatite)과 약 30vol%의 유기질, 그리고 약 20vol%의 액체 성분으로 구성되어 있다. 법랑질과 비교하면 무기질의 함유량은 약 절반정도이며, 아파타이트 결정의 배열도 주로 콜라겐으로 이루어진 유기질 속에서 불규칙하게 배열되어 있으며, 결정도 법랑질 아파타이트 보다 훨씬 작다. 또한 상아세관 내액이 약한 압력으로 이동하고 있으며 조직액의 투과성이 증가하면 이것이 접착의 저해인자로 된다^{32,33)}. 1952년 Kramer와 McLean³⁴⁾이 상아질 접착에 대한 연구를 하였으며, 이후 물리적인 micro-mechanical한 결합에 관한 연구가 많이 이루어져 상아질에 대한 접착 기전이 많이 해명되었다. 즉, 상아질 접착을 방해하는 smear층을 산으로 제거하고 여기에 레진이 침투확산하여 수지함침층(hybride layer)을 형성하는 것에 의해 접착성 레진의 폐쇄 효과를 기대하는 것이다.

수복물은 결합강도가 우수할수록 구강 내에서 오래 유지할 수 있으며, 도재와 치질과의 결합에 영향을 미치는 요소중에서 식각처리가 결합에 더 중요한 역할을 한다는 보고와 한편으로는 silane처리가 더 중요한 역할을 한다는 보고가 있으며 2가지가 서로 상승작용을 한다는 보고도 있다^{35,36)}. 흔히 사용되는 도재 식각제인 불산은 도재 표면의 microporosity를 증가시켜 microchemical bonding을 증가시킨다.

Stangle 등³⁷⁾은 레진시멘트를 부착시키기위한 도재의 식각에는 20%의 불산을 2.5분간 적용시키는 것이 가장 적합하다고 보고하였으며, Blackman 등³⁸⁾은 불화수소산의 농도를 5%부터 30%까지 증가시키는 경우 결합강도는 정비례 관계를 가지고 증가하는 것으로 보고하였고, 산 부식 시간은 60초가 최적인 것으로 보고하였다. 최근에는 1.23% APF(acidulated phosphate fluoride)도 사용되고 있다³⁹⁾. APF는 sodium fluoride와 orthophosphoric acid의 혼합물로 제조되며, 동일한 시간동안 부식하는 경우 결합강도는 불화수소산에 비하여 절반정도인 것으로 보고되고 있다. 본 실험에서는 Sheth 등³⁶⁾의 보고대로 도재관 내면을 IPS ceramic etching gel(5% hydrofluoric acid)로 2분간 산부식시키고 silane 처리를 하였다.

Thermocycling은 Seltzer¹⁰⁰⁾가 4°C의 얼음물과

60°C의 뜨거운 커피를 마실 때 구강내의 수복물은 9°C와 52°C로 온도변화를 나타낸다고 보고한 바, 본 실험에서는 5°C와 60°C의 수조속에서 1분간격으로 1,000회 반복침수시켰다. 모든 실험군에서 변연누출이 일어났으며, 이것의 원인으로는 레진시멘트의 열팽창계수(20~50×10⁻⁶mm/°C), 치질의 열팽창계수(11.4×10⁻⁶mm/°C), 도재의 열팽창계수(13~14×10⁻⁶mm/°C) 등의 차이로 인하여 thermocycling을 하면 레진시멘트 내층에서 thermal stress가 유발되어 이러한 응력이 변연누출을 일으키게 되며 thermal stress의 양은 치아와 구강내 주위의 온도 차이, 열 전도율, 치아의 지리적 위치, 치아의 물리적 성상 등에 의하여 좌우된다고 사료된다¹⁰⁾. 이외에 레진시멘트의 중합수축, 용해성, 응력분포, 흡습성²⁴⁾ 등도 변연누출을 일으키며 레진시멘트의 polymer는 수분의 가소성 효과로 인하여 연화되기 쉬우며 열, 기계적 응력 등에 의하여 변하게 된다. 이상의 원인으로 인한 변연누출이 도재-시멘트 경계면과 치질-시멘트 경계면에서 유발되며, 시멘트 층의 interlocking tag가 용해액에 직접 노출되어 sorption과 desorption의 과정을 거쳐 누출부위는 더욱 커지게 되어 수복물의 유지력에 영향을 주게 된다고 사료된다¹⁰⁾. 도재-시멘트 경계면에서의 변연누출 정도가 치질-시멘트 경계면에서 보다 적게 나타났다. 이것은 도재와 시멘트간의 열팽창 계수의 차이가 적으며, 도재 내면의 기계적 결합을 얻기 위한 불산식각법에 의한 미세요철 구조 및 silane의 사용이 변연누출을 줄이는데 영향을 준 것으로 사료된다.

대부분의 연구는 금속이나 레진 die에서 시행되어 왔으나 본 연구에서는 실제 자연치아를 이용하여 시행하였다. 그러나 실험 조건을 실제와 유사하게 만들더라도 악구강계와 똑같은 환경으로 재현하기는 불가능하므로 본 연구의 결과를 임상에 그대로 적용시키는 데에는 한계가 있다고 본다.

이상의 연구결과 IPS Empress 도재관에서 rounded shoulder 및 bevel의 변연 형태에 따른 변연누출은 rounded shoulder에서 적게 나타났으며 법랑질과 상아질에서의 변연누출은 법랑질에서 적게 나타났고, Variolink 시멘트와 Bistite 시멘트에서의 변연누출은 Variolink 시멘트에서 적게 나타났으므로 변연의 위치는 가능한한 법랑질에 위치시키고

변연의 형태는 rounded shoulder가 유리하며, Variolink 시멘트를 사용하는 것이 임상적으로 유리할 것으로 사료된다. 그러나 1,000회 thermocycling후 모든 시편에서 변연누출이 발생하므로 이상적인 변연폐쇄를 위해서 좀더 정확한 치질삭제와 정밀한 기공술식 및 중합반응시 수축이 없고, 열팽창계수가 치아와 유사하며 온도변화에 의한 응력에도 변연폐쇄를 유지할 수 있는 레진시멘트의 개발 등의 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 전부 도재관 제작에 사용되고 있는 IPS Empress system에서 변연의 형태와 위치 그리고 시멘트의 종류에 따른 변연누출에 관하여 알아보고자 최근 발거한 소구치를 이용하여 I군은 enamel 상에 rounded shoulder를 형성하고 Variolink로 합착, II군은 enamel 상에 rounded shoulder를 형성하고 Bistite로 합착, III군은 enamel 상에 bevel을 형성하고 Variolink로 합착, IV군은 enamel 상에 bevel을 형성하고 Bistite로 합착, V군은 dentine 상에 rounded shoulder를 형성하고 Variolink로 합착, VI군은 dentine 상에 rounded shoulder를 형성하고 Bistite로 합착, VII군은 dentine 상에 bevel을 형성하고 Variolink로 합착, VIII군은 dentine 상에 bevel을 형성하고 Bistite로 합착 등의 실험 조건을 부여하여 1,000회 thermocycling을 시행한 뒤 입체현미경을 이용하여 각 군의 변연누출을 측정 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군에서 변연누출이 관찰되었으며, 평균 변연누출은 I군이 0.601mm로 가장 적게 나타났고 II군이 0.794mm, III군이 0.826mm, V군이 1.054mm, IV군이 1.087mm, VI군이 1.176mm, VII군이 1.258mm, VIII군이 1.467mm의 순으로 나타났다.
2. I군과 VII군 VIII군, II군과 VIII군, III군과 VIII군 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(P < 0.05).
3. 변연의 형태에 따른 변연누출은 rounded shoulder의 경우가 bevel 보다 변연누출이 적게 나타났다.

4. 변연의 위치에 따른 변연누출은 변연을 법랑질에 형성한 경우가 변연을 상아질에 형성한 경우보다 변연누출이 적게 나타났다.
5. 레진시멘트의 종류에 따른 변연누출은 Variolink 시멘트의 경우가 Bisite 시멘트보다 변연누출이 적게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Land CH : A new system of restoring badly decayed by means of an enameled metallic coating. *Independent Practitioner*, 7 : 407, 1886.
2. Brecker SC : Porcelain baked to gold. A new medium in proshodontics. *J Proshet Dent*, 6 : 801, 1956.
3. McLean JW, Hughes H : The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J*, 119 : 251, 1966.
4. Adair PJ, Grossman DG : The castable ceramic crown. *Int J Periodont Rest Dent*, 2 : 33, 1984
5. Sozio RB, Riley EJ : The shrink-free ceramic crown. *J Prosthet Dent* 49 : 182, 1983.
6. Claus H : Das Hi-Ceram-Verfahren-mtallfrere Kronen auf einem Keramikgerust. *Dent Labor*, 35 : 479, 1987.
7. Optec HSP laboratory technique manual. Keneric/Pentro Inc, Wallingford, Conn, January, 1988.
8. Schwickerrath H : Die In-Ceram Alu miniu-moxid-Keramiken innovativer dentalkelamischer Werkstoff. *Dent Labor*, 37 : 1597, 1989.
9. Scharer P, Sato T, Wohlwend A : A comparison of the marginal fit of three cast ceramic crown systems. *J Prosthet Dent*, 59 : 543, 1988.
10. Mclean JW : Ceramics in clinical dentistring. *Br Dent J*, 187, 1988.
11. Beham G : IPS-Empress: A new ceramic technology. *Ivoclar-Vivadent report*, 6 : 1, 1990.
12. Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Scharer P : Heat-pressed ceramics : Technology and strength. *Int J Prosthodont*, 5 : 9, 1992.
13. Piddock A, Qualtrough, AJE : Dental ceramics - an update. *J Dent*, 18 : 227-235, 1990.
14. Brodbeck U, Studer S, Lehner C : Six-year clinical experience with an all ceramic restoration system. *Dental-labor*, XL111, 1995.
15. Wohlwend A : The Empress Technique : The new technique for the fabrication of the full ceramic crown, inlay, veneers. *Quintessenz Zahntechnik*, 16 : 966, 1990.
16. 유형우, 송창용, 배태성, 송광엽, 박찬운 : All ceramic crown용 도재의 굽힘강도에 관한 비교 연구. *대한치과보철학회지*, 2 : 32, 1994.
17. 백승진, 양재호 : 수중 전부도재관의 파절강도에 관한 비교연구. *대한치과보철학회지*, 4 : 33, 1995.
18. Hobo S, Iwata T : Castable apatite ceramics as a new biocompatible restorative material. II Fabrication of the restoration. *Quintessence Int*, 16:207, 1985.
19. Vryonis P : A simplified approach to the complete porcelain margin. *J Prosthet Dent*, 42 : 592, 1979.
20. Buonocore MG : Simple method of increasing the adhesion of acrylic resin filling materials to enamel surface. *J Dent Res*, 34 : 349, 1955.
21. Kamter J, Koski RE and Gough HE : Evaluation of insertion methods for composite resin restorations. *J Prosthet Dent*, 41 : 45, 1979.
22. Powers JM, Hostetler RW and Dennison JB : Thermal expansion of composite resins and sealents. *J Dent Res*, 58 : 584, 1979.
23. Bausch JR, et al. : Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent*, 48 : 58, 1982.
24. Raptis CN, Fan PL and Powers JM : Properties of microfilled and visible lightcured composite resins. *J Am Dent Assoc*, 99 : 631, 1979.
25. Bello JA, et al. : Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. *J Prosthet Dent*, 54 : 788, 1985.

26. Bowen RL, Rapson JE and Dickson G : Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J Dent Res*, 61 : 654, 1982.
27. Gutzman HZ, Swartz ML and Phillips RW : Marginal leakage of dental restorations subjected to thermal stress. *J Prosthet Dent*, 21 : 166, 1969.
28. Baharloo D and Moore DL : Effect of etching on marginal leakage penetration of composite restorations. *J Prosthet. Dent*, 32 : 152, 1974.
29. Gwinnette AJ and Matsui A : A study of enamel adhesives : The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch. Oral Biol*, 12 : 1615, 1967.
30. Retief DH : Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J Dent Res*, 52 : 333, 1973.
31. Zaimo lu and L Karagacioglu : Microleakage in porcelain laminate veneers. *J Dent*, 19 : 369-372, 1991.
32. Sorensen, et al. : Marginal fidelity and microleakage of porcelain veneers made by two techniques. *J Prosthet Dent*, 67 : 16-22, 1992.
33. Lacy AM, et al. : In vitro microleakage at the gingival margin of porcelain and resin veneers. *J Prosthet Dent*, 67 : 7-10, 1992.
34. Ferrari M : Cement thickness and microleakage under Dicor crowns. *Int J Prosthet*, 4 : 126-131, 1991.
35. Schneider DM, Levi MS, Mori DF : Porcelain shoulder adaptation using direct refractory dies. *J Prosthet. Dent*, 36 : 583, 1976.
36. Malament KA, Grossman DG : The cast glass-ceramic restoration. *J Prosthet Dent*, 57 : 674, 1987.
37. 김현수, 주태훈, 오상천, 동진근 : IPS Empress 도재관의 변연형태에 따른 파절강도에 관한 연구. 대한 치과보철학회지, 35 : 296, 1996.
38. 주태훈, 오상천, 동진근 : IPS Empress 도재관의 변연형태에 따른 변연적합성에 관한 연구. 원광치의학, 6 : 1-16, 1996.
39. Walton JN, Gardiner FM and Agar JR : A survey of crown and fixed partial denture failures : Length of service and reasons for replacement. *J Prosthet Dent*, 56 : 416, 1986.
40. Gardner FM : Margins of complete crowns - Literature review. *J Prosthet Dent*, 48 : 396, 1982.
41. Hunter AJ and Hunter AR : Gingival margins for crowns : A review and discussion. Part II : Discrepanices and configurations. *J Prosthet Dent*, 64 : 636, 1990.
42. Morris HF : Veterans Administration Cooperative Studies Project No. 147. Part II : A new assessment system for rating metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, 56 : 546, 1986.
43. Hamaguchi H Cacciatore A and Tueller VM : Marginal distortion of the porcelain-bonded-to-metal complete crown : A SEM study. *J Prosthet Dent*, 47 : 146, 1982.
44. Donovan T and Prince J : An analysis of margin configurations for metal-ceramic crown. *J Prosthet Dent*, 53 : 153, 1985.
45. Shillinburg HT Hobo S and Fisher DW : Porcelain-fused-to-metal restoration. *J Prosthet Dent*, 29 : 276, 1973.
46. Faucher RR and Nicholls JI : Distortion related to margin design in porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent*, 43 : 149, 1980.
47. Belser VC, MacEntee MI and Richter WA : Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs in vivo : A SEM study. *J Prosthet Dent*, 53 : 24, 1985.
48. ADA Specification No.8 : Council on Dental Materials, Devices. *J. Am Dent Assoc* 96 Jan, 1978.
49. McLean JW, Fraunhofer JA : The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br J*, 131 : 197, 1971.
50. Earnes WB : The casting misfit : How to cope. *J Prosthet Dent*, 45 : 283, 1981.
51. Bridger DV and Nicholls JI : Distortion of ce-

- ramometal fixed partial dentures firing cycles. *J Prosthet Dent*, 45 : 507, 1981.
52. Dederich DN, et al. : The effect of repeated firings on the margins of nonprecious ceramometals. *J Prosthet Dent*, 51 : 628, 1984.
 53. Coomaert J, Adriaens P and Boever JD : Long term clinical study of porcelain-fused-to-gold restorations. *J Prosthet Dent*, 51 : 338, 1984.
 54. Saltzberg DS, et al. : SEM study of the junction between restorations and gingival carvosurface margins. *J Prothet Dent*, 36 : 517, 1976.
 55. Wiley MG, et al. : Esthetic porcelain margins : A modified porcelain-wax technique. *J Prothet Dent*, 56 : 527, 1986.
 56. Prince J, Donovan TE and Presswood RG : The all-porcelain labial margin for ceramometal restorations : A new concept. *J Prosthet Dent*, 50 : 793, 1983.
 57. Hurtado AJ : A metal-ceramic restoration with a porcelain labial margin : A modified direct lift method. *J Prosthet Dent*, 56 : 380, 1986.
 58. Dicor Clinical Procedures Manual. York Pa, Dentsply International Inc, 1984.
 59. 김정호, 양재호, 이선형 : 구조도재관과 도재전장 구조관의 치경부 변연 적합도에 관한 비교 연구. *대한치과보철학회지*, 26 : 1, 1988.
 60. Kesslerm JC, Brooks TD and Keenan MP : The direct lift-off technique for constructing porcelain margins. *Quintessence Dental Technology*, 10 : 145, 1986.
 61. Arnold HN and Aquilino SA : Marginal adaptation of porcelain margins inceramometal restorations. *J Prosthet Dent*, 59 : 409, 1988.
 62. Wain D : Porcelain casting. *Br Dent J*, 44 : B64, 1923.
 63. Stookey : Corning Develops New Ceramic Material. *Am Ceram Soc Bull*, 36 : 279, 1967.
 64. Fradeani M, Brarducci G : Versatility of Empress restorations, Part II : Veneers, Inlays, and Onlays. *J Esthet Dent*, 3 : 170-176, 1996.
 65. Dalloca LL, Demolli U : A new esthetic material for anterior crowns : IPS Empress, QDT, 171-175, 1995.
 66. Fradeani M, Braducci G : Versatility of Empress restorations, Part I : Crowns. *J Esthet Dent*, 3 : 30-38, 1996.
 67. IPS-Empress manual. Ivoclar Com., Schaan, Liechtenstein, 1994.
 68. Beham G : IPS-Empress : A new ceramic technology. *Ivoclar Vivadent Report*, 6 : 1-13, 1990.
 69. Heinenberg BJ : IPS-Empress mit neuer keramik technologie. *Quintessenz Zahntech*, 17 : 475-479, 1991.
 70. L thy H, Dong JK, Wohlend A, Sch rer P : Effects of veneering and glazing on the strength of heat-pressed ceramics. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 103 : 1257-1260, 1993.
 71. 오상천, 동진근 : 주입선설계에 따른 Heat-pressed ceramic의 파절강도에 관한 연구. *대한치과보철학회지*, 35(1) : 130-143, 1997.
 72. Cooper TM, Christensen GJ, Laswell HR, Baxter R : Effect of venting on cast gold full crowns. *J Prosthet Dent*, 26 : 621, 1971.
 73. Eames WG, O' Neal SJ, Monteiro J, Miller C, Roan JD Jr, Cohen KS : Technique to improve the seating of casting. *J Am Dent Assoc*, 96 : 432, 1978.
 74. Davis DR : Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, 59 : 12, 1988.
 75. Fusayama T, Ide K, Mosoda H : Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent*, 14 : 95, 1964.
 76. Fitchie JG, Hembree JH : Microleakage of a new cavity varnish with a high-copper spherical amalgam alloy. *Oper Dent*, 15 : 136-140, 1990.
 77. Crim GA and Martingly SL : Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. *J Prosthet Dent*, 45 : 160, 1981.
 78. White SN, Yu Z : Effect of seating force on

- film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent*, 68 : 476-481, 1992.
79. Rosenstill SF, Gegauff AG : Improving the cementation of complete cast crowns: a comparison of static and dynamic seating methods. *J Am Dent Assoc*, 117 : 845-848, 1988.
 80. Jorgensen KD : Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cement. *J Prosthet Dent*, 42 : 299, 1979.
 81. Porsche A : Die eignung der Zinc-oxide-phosphate-Zemente als befestigungsmittel. *Deutsche Zahn Ztschr*, 16 : 87, 1961.
 82. Phillips RW : Skinner's science of Dental Materials, 8th ed. Philadelphia, WB Saunders Co PP, 452, 1982.
 83. White SN Yu Z : Film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent*, 67 : 782, 1992.
 84. 조국현, 송창용, 송광엽, 박찬운 : 치과용 레진 시멘트의 피막도에 관한 실험적 연구. *대한치과보철학회지*, 32 : 2, 1994.
 85. Levine WA : An evaluation of the film thickness of resin luting agents. *J Prosthet Dent*, 62 : 175, 1989.
 86. Forsten L : Effect of different factors on the marginal seal of composites. *J Dent Res*, Abstract 427, 1977.
 87. Thosmpson VP, Grolman KM, and Loao R : Bonding of adhesive resins to various nonprecious alloy. *J Dent Res*, 64 : 314, 1985 (Abstr. No. 1258).
 88. Hormati A, Denehy GE and Fuller JL : Retentives of enamel-resin bonds using unfilled and filled resins. *J Prosthet Dent*, 47 : 502, 1982.
 89. Tjan AH, Dunn JR and Sanderson IR : Microleakage patterns of porcelain and castable ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent*, 61 : 276-282, 1989.
 90. Diaz-Arnold AM, Schneider RL and Aquilino SA : Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. *J Prosthet Dent*, 61 : 305-309, 1989.
 91. Nicholls JI : Tensile bond of resin cements to porcelain veneers. *J Prosthet Dent*, 60 : 443-447, 1988.
 92. Mjor IA, Fejerskov O : Histology of the Human Tooth, ed 2. Copenhagen : Munksgaard, 1979.
 93. Aasen SM : History of dentinal bonding. *Esthet Dent Update*, 1 : 43-46, 1990.
 94. Kramer IRH and McLean JW : Alterations in the Staining Reactions of Dentine Resulting from a Constituent of a New Self-Polymerising Resin. *Brit Dent J*, 93 : 150-153, 1952.
 95. Simonsen RJ and Calamia JR : Tensile bond strength of etched porcelain. *J Den Res*, 62 : 70, 1988.
 96. Sheth J, Jensen M and Tolliver D : Effect of surface treatment on etched porcelain bond strength to enamel. *Dent Mater*, 4 : 328-337, 1988.
 97. Stangel I, Nathanson D and Hsu CS : Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res*, 66 : 1460-1465, 1987.
 98. Blackman RB, Barghi N and Duke E : Influence of ceramic thickness on the polymerization of light cured resin cement. *J Prosthet Dent*, 63 : 295-300, 1990.
 99. Sposetti V, Shen C and Levin A : The effect of topical fluoride application on porcelain restorations. *J Prosthet Dent*, 55 : 677-682, 1986.
 100. Seltzer S : The penetration of microorganisms between the teeth and direct resin fillings. *J Am Dent Assoc*, 51 : 560-567, 1955.
 101. Lloyd BA, McGinley MB and Brow WS : Thermal stress in Teeth. *J Dent Res*, 57 : 571, 1978.
 102. Rothermal RA and Kelly JR : Resin bonded prosthesis : Microleakage and luting agent thickness of etched and cast mesh work retainers. *J Prosthet Dent*, 56 : 47, 1986.

ABSTRACT

A STUDY ON THE MICROLEAKAGE OF THE IPS EMPRESS CERAMIC CROWN ACCORDING TO MARGIN TYPES AND RESIN CEMENT

Won-Yeob Jung, Sang-Chun Oh, Jin-Keun Dong

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to compare the microleakage of the IPS Empress ceramic crown according to 1) margin types such as rounded shoulder and bevel, 2) margin locations such as enamel and dentine, 3) resin cement types such as Variolink and Bistite.

For this study, 80 extracted premolar teeth were used. After 10 experimental dies were prepared for each group, the IPS Empress ceramic crowns were fabricated on the dies and cemented with one of two types of resin cement. After 1,000 cycles of thermal changes were given with the thermocycling unit, each specimen was sectioned with a low speed diamond saw in both the buccolingual and the mesiodistal direction.

The microleakage was then measured with a stereo microscope.

The obtained results were as follows :

1. Every experimental group showed microleakage. The microleakage of the crowns which had a rounded shoulder on enamel cemented with Variolink was the lowest of all. The resulting rank of the mean microleakage was rounded shoulder on enamel using Variolink(0.601mm), rounded shoulder on enamel using Bistite (0.794mm), bevel on enamel using Variolink (0.826mm), rounded shoulder on dentine using Variolink(1.054mm), bevel on enamel using Bistite(1.087mm), rounded shoulder on dentine using Bistite(1.176mm), bevel on dentine using Variolink(1.258mm), and bevel on dentine using Bistite(1.467mm).
2. The statistically significant differences in the microleakage were found in 4 cases: rounded shoulder on enamel using Variolink and bevel on dentine using Variolink, rounded shoulder on enamel using Variolink and bevel on dentine using Bistite, rounded shoulder on enamel using Bistite and bevel on dentine using Bistite, bevel on enamel using Variolink and bevel on dentine using Bistite.
3. The microleakage of rounded shoulder finish line was lower than that of bevel finish line. The statistically significant differences were found with respect to the type of finish lines.
4. The microleakage of the finish line on enamel was lower than that of finish line on dentine. The statistically significant differences were found with respect to the location of the finish lines.
5. The microleakage of the Variolink cement was lower than that of the Bistite cement. The statistically significant differences were found with respect to the resin cements.